

L'usage d'une calculatrice EST autorisé
Le sujet doit être rendu avec la copie

Comparaison d'interaction

On utilise une sphère isolée de masse $m_1 = 10$ g possédant une charge électrique $q_1 = +125$ nC et une seconde sphère de masse $m_2 = 5$ g ayant une charge électrique $q_2 = +0,80$ μ C.

On suspend ces deux sphères par des fils de masse négligeable. Au début de l'expérience, les deux sphères sont distantes de $d = 50$ cm.

Données :

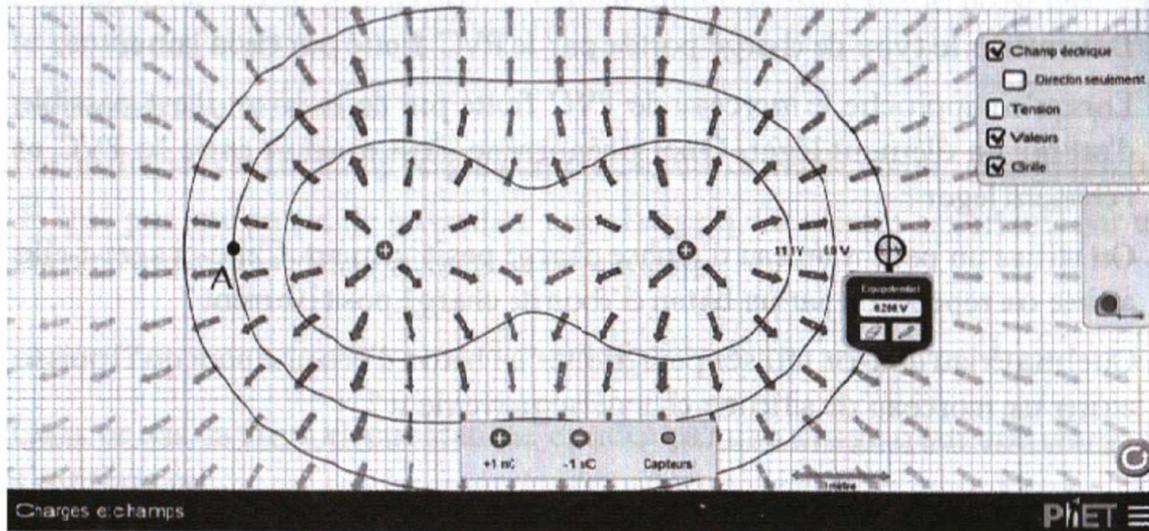
$$k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2} \quad G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

1. Calculer l'intensité de la force électrostatique (loi de Coulomb) qui existe entre ces deux sphères
2. Calculer l'intensité de la force gravitationnelle qui existe entre ces deux sphères.
3. Parmi ces deux forces, quelle est celle qui est prépondérante ? En déduire si les sphères vont se rapprocher ou s'écartier l'une de l'autre.
4. Si on rapproche les deux sphères, comment vont évoluer les intensités des forces mises en jeu ?
5. Le rapport des forces va-t-il évoluer ?
6. Calculer et représenter le champ de gravitation créée par la masse m_1 .
7. Calculer et représenter le champ électrique E créée par la charge q_1 .

Champ et ligne de champ

On réalise une simulation du champ électrique créé par deux charges électriques $q = 1 \text{ nC}$ placées à 3 m de distance.

On obtient le résultat présenté ci-après.



Source: Charges et champs screenshot.png

https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_fr.html

1. Que représentent les flèches représentées autour des charges ?
2. Justifier leur orientation vers l'extérieur des charges.
3. Que représente la ligne courbe fermée repérée par la valeur 8,0 V ?

Le potentiel V_A au point A, distant de 1,5 m de la charge 1, peut se déterminer par $V_A = V_1 + V_2$, où V_1 et V_2 sont les valeurs des potentiels créés en A par la charge 1 et la charge 2

Le potentiel V se détermine par la relation $V = E \times d$.

4. Calculer les potentiels V_1 et V_2 créés par les charges 1 et 2 en A.
5. Retrouver la valeur V_A indiquée par la simulation.

Exo 1

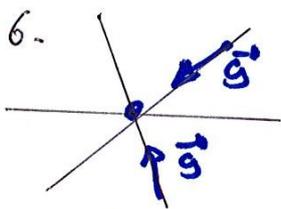
$$1 - F_{elec} = \frac{k \cdot |q_A \cdot q_B|}{AB^2} = \frac{9,0 \cdot 10^9 \times 125 \cdot 10^{-9} \times 0,80 \cdot 10^{-6}}{(0,50)^2} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$2 - F_{grav} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{AB^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 0,010 \times 0,005}{(0,50)^2} = 1,3 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

3. F_{elec} est prépondérante. $q_1 > 0$ et $q_2 < 0$. Les sphères se rapprochent.

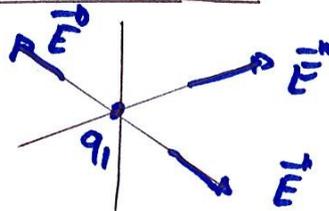
4. si $AB \searrow$ alors $F_{elec} \nearrow$

5. F_{elec} va être encore plus prépondérante.



7. à $AB = 0,50 \text{ cm}$ $E_1 = \frac{k q_1}{AB^2} = \frac{9,0 \cdot 10^9 \times 125 \cdot 10^{-9}}{(0,50)^2}$

$$E_1 = 4,5 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1}$$



$$g = \frac{G m_1}{AB^2}$$

$$g = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \times 0,010}{(0,50)^2}$$

$$g = 2,7 \cdot 10^{-12} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$q_1 > 0$$

Exo 2

1. Les flèches représentent le champ électrique \vec{E}
2. \vec{E} est orienté des charges \oplus vers les charges \ominus (sens des potentiels décroissants)
Les 2 charges sont positives, \vec{E} est donc orienté vers l'extérieur de ces charges.

3. La ligne fermée est une équipotentielle.

$$4 - E_1 = \frac{k q_1}{d^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1 \cdot 10^{-9}}{(1,5)^2} = 4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \quad V_1 = E_1 \times d = 4 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \times 1,5 \text{ m} = \underline{6 \text{ V}}$$

$$E_2 = \frac{k q_2}{d'^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times 1 \cdot 10^{-9}}{(3+1,5)^2} = 0,44 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} \quad V_2 = E_2 \times d = 0,44 \times 4,5 = \underline{2 \text{ V}}$$

$$5 - V_A = V_1 + V_2 = 6 + 2 = 8 \text{ V}$$

EXERCICE I : MISSION APOLLO XIV

En février 1971, la mission américaine Apollo XIV devient la huitième mission habitée du programme Apollo et la troisième à se poser sur la Lune. Lors de cette mission, un des astronautes, Alan B. Shepard Jr, installe un réflecteur de lumière sur le sol lunaire. Il réalise aussi un rêve : jouer au golf sur la Lune !

Données :

- Célérité de la lumière dans le vide et dans l'air : $c = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Constante gravitationnelle : $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{s}^{-2}$.
- Valeur du champ de pesanteur terrestre : $g_T = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.
- La Terre et la Lune sont supposées sphériques.

	Masse	Rayon
Terre	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$	$R_T = 6,38 \times 10^3 \text{ km}$
Lune	$M_L = 7,33 \times 10^{22} \text{ kg}$	$R_L = 1,74 \times 10^3 \text{ km}$

Interview de l'astronaute Alan B. Shepard Jr :

« - Dix ans après votre premier vol, vous êtes allé sur la Lune (Apollo XIV, en 1971), où vous vous êtes livré à un exercice assez original...

- Oui, j'ai joué au golf sur la Lune ! J'ai failli rater la première balle parce que j'étais gêné par ma combinaison spatiale et elle a lamentablement échoué dans un cratère tout proche. La seconde, grâce à la faible gravité, est partie à des kilomètres et des kilomètres, sans bruit, semblant ne jamais vouloir se poser. »

D'après l'interview de F. Nolde-Langlois - 29/06/1995 – Libération

Dans cette partie, on souhaite vérifier quelques-uns des propos formulés par l'astronaute lors de l'interview.

2.1. Interaction gravitationnelle lunaire.

Faire un schéma d'un objet de masse m à l'altitude h au voisinage de la Lune, en représentant :
 le vecteur \vec{F} modélisant la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Lune sur l'objet.
 Donner l'expression de cette force d'interaction gravitationnelle en fonction de G, m, M_L, h, R_L .

2.2. Champ de pesanteur lunaire.

2.2.1. En faisant l'hypothèse que le poids sur la Lune est égal à la force d'interaction gravitationnelle, donner l'expression g_L du champ de pesanteur à une altitude h en fonction de G, M_L, h, R_L .

2.2.2. Calculer la valeur du champ de pesanteur g_L à la surface de la Lune.

2.2.3. Représenter ce champ de gravitation lunaire en plusieurs endroits de la Lune.

2.2.4. Expliquer pourquoi Alan B. Shepard Jr parle alors de « faible gravité » sur la Lune.

Détecteur ionique de fumées

Le principe de ce détecteur de fumées repose sur l'ionisation de l'air par des particules α . En l'absence de fumées, ces particules arrachent des électrons aux molécules de dioxygène et de diazote présentes dans la chambre à ionisation. Pour le dioxygène, l'ionisation nécessite un apport d'énergie de 12 eV par molécule. Les ions et les électrons formés par l'ionisation de l'air sont soumis à un champ électrique uniforme entre deux plaques. Un courant électrique de faible intensité apparaît alors dans le circuit électrique (figure 2).

Lorsque la fumée pénètre dans la chambre à ionisation, une partie des électrons et des ions issus de l'ionisation se fixe aux poussières de fumées. La baisse de l'intensité du courant électrique qui en résulte déclenche un avertisseur sonore. D'après « La physique par les objets quotidiens », C. Ray et J-C Poizat, éditions Belin

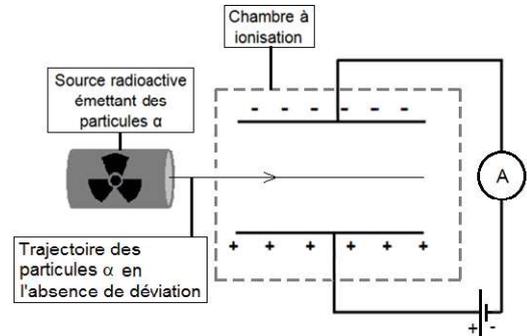


Figure 2. Illustration du principe d'une chambre à ionisation

Données :

- 1 électronvolt (eV) = $1,6 \times 10^{-19}$ J ;
- charge élémentaire : $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C ;
- pour un condensateur plan, le champ électrostatique E est reliée à la tension U et à la distance d qui sépare les plaques par la relation : $E = \frac{U}{d}$
- charge de la particule α : $q_\alpha = + 2 e$;
- masse d'une particule α : $m_\alpha = 6,64 \times 10^{-27}$ kg ;
- intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

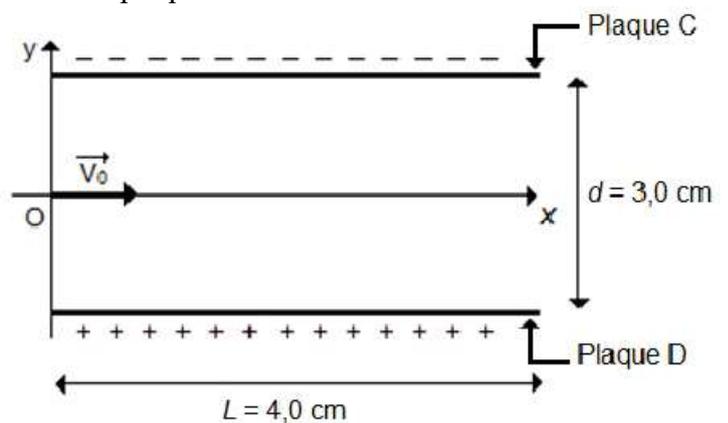
On s'intéresse au mouvement d'une particule α arrivant dans la chambre à ionisation en l'absence de fumée. Cette particule arrive en un point O avec un vecteur vitesse initiale parallèle aux plaques C et D du condensateur plan (voir figure 3).

Une tension constante $U = 9,0$ V est appliquée entre les deux plaques C et D. La valeur de la vitesse initiale v_0 est égale à $1,6 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$.

On étudie le mouvement de la particule α dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

À l'instant $t = 0$, la particule α est au point O.

Lors de cette étude, on négligera les éventuelles collisions avec les molécules de l'air ainsi que la valeur du poids de la particule α devant la valeur de la force électrostatique F_E subie par cette particule.



2.1. Vérifier que le poids de la particule α est négligeable en comparaison de la force électrique.

2.2. Compléter la figure ci-dessus puis y représenter le champ électrostatique E et la force électrostatique F_E que subit la particule α au point O. Justifier.